

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-264221
(P2002-264221A)

(43)公開日 平成14年9月18日(2002.9.18)

(51)Int.Cl.⁷

B 2 9 C 67/00

識別記号

F I

B 2 9 C 67/00

テーマコード(参考)

4 F 2 1 3

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2001-71874(P2001-71874)

(22)出願日 平成13年3月14日(2001.3.14)

(71)出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル

(72)発明者 久保 直樹

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 糊田 寿夫

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(74)代理人 100089233

弁理士 吉田 茂明 (外2名)

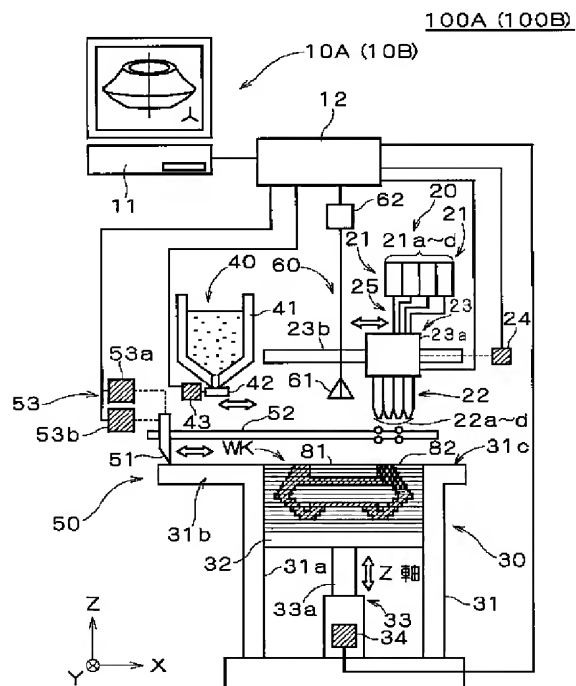
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 三次元造形装置、および三次元造形方法

(57)【要約】

【課題】 強度が向上した三次元造形物を生成できる三次元造形技術を提供する。

【解決手段】 三次元造形装置100Aでは、粉末供給部40から熱溶解性樹脂である粉末材料を供給し、ブレード51を+X方向に移動させて粉末材料を伸展し、造形ステージ32上に粉末層82を形成する。そして、粉末層82における選択領域に対して、ノズルヘッド22から複数色のインク溶液を吐出する。この動作を順次に形成する粉末層82に対して繰り返した後、積層された粉末材料に対して、電磁波照射用アンテナ61から電磁波を粉末層82に照射することにより、粉末層82に塗布されたインク溶液中の水分が発熱する。この熱によって粉末材料が溶融することにより、立体物81が生成されることとなる。その結果、粉末材料自体が溶融することで相互に結合するため、三次元造形物の強度が向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 粉末材料を結合させることにより、三次元造形物を生成する三次元造形装置であって、

- (a)熱溶融性を有する粉末材料の層を順次に形成する層形成手段と、
 - (b)前記粉末材料の層における選択領域に電磁波エネルギーを吸収する液体を付与する付与手段と、
 - (c)前記粉末材料に付与された前記液体に対して、電磁波を放射する放射手段と、を備え、
- 前記電磁波によって前記液体が加熱され前記粉末材料が溶融することにより、前記粉末材料の結合体が形成されることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項2】 請求項1に記載の三次元造形装置において、前記放射手段は、順次に形成される前記粉末材料の層ごとに前記電磁波を放射することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の三次元造形装置において、前記液体は、着色キャリアを含有することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項4】 粉末材料を結合させることにより、三次元造形物を生成する三次元造形方法であって、

- (a)熱溶融性を有する粉末材料の層を順次に形成する層形成工程と、
- (b)前記粉末材料の層における選択領域に、電磁波エネルギーを吸収する液体を付与する付与工程と、
- (c)前記粉末材料に付与された前記液体に対して、電磁波を放射する放射工程と、を備え、

前記電磁波によって前記液体が加熱され前記粉末材料が溶融することにより、前記粉末材料の結合体が形成されることを特徴とする三次元造形方法。

【請求項5】 請求項4に記載の三次元造形方法において、前記放射工程においては、順次に形成される前記粉末材料の層ごとに前記電磁波を放射することを特徴とする三次元造形方法。

【請求項6】 請求項4または請求項5に記載の三次元造形方法において、前記液体は、着色キャリアを含有することを特徴とする三次元造形方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、三次元造形技術に関し、特に、粉末材料を結合させることによって三次元造形物を生成する三次元造形技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の三次元造形装置においては、粉末材料の層に対して、乾燥して硬化するバインダをインクジェットのヘッドなどから吐出し、粉末材料の結合体を

順次に形成し三次元造形物を造形するものがある。この三次元造形装置では、例えば、次のような動作が行われ、三次元造形物が生成される。

【0003】まず、ブレードなどにより石膏や澱粉の粉末材料を薄層に均一に拡げる。次に、この粉末材料の薄層において造形すべき領域にインクジェットのヘッドを走査し、乾燥で硬化するバインダを塗布する。このバインダが塗布された領域の粉末材料は下層、あるいは隣接する硬化領域と結合する。造形が完了するまで、粉末材料の薄層を順次に形成し、バインダを塗布する工程を繰り返す。造形が完了すれば、バインダが塗布されない領域の粉末材料は個々に独立した状態を保つため、バインダで結合された三次元造形物を取り出せることとなる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記の三次元造形装置では、乾燥によって硬化する性質のバインダを塗布し粉末材料を結合させるため、乾燥するのに時間がかかるとともに、生成された三次元造形物が衝撃に弱いなど強度が十分でない。このため、強化剤を含浸させる等の強度補強のための後処理工程が必要となっている。

【0005】また、インクジェットのヘッドを用いて上記バインダを塗布する場合には、ノズル部の穴径が非常に細い（一般的には20μm以下）ため、強い接着力を持つバインダを使用すると、ノズル部で乾燥により硬化して目詰りを起こし易い。このような不具合が発生すれば目詰まりを起こしたノズルによってバインダを塗布すべき領域の粉末材料が結合されず、三次元造形物の形状精度や強度が低下してしまう要因となる。このため、インクジェットのヘッドを用いる場合は、弱い接着力のバインダしか用いることができず、完成した三次元造形物の強度が低くなる。

【0006】本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、強度が向上した三次元造形物を生成できる三次元造形技術を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、請求項1の発明は、粉末材料を結合させることにより、三次元造形物を生成する三次元造形装置であって、(a)熱溶融性を有する粉末材料の層を順次に形成する層形成手段と、(b)前記粉末材料の層における選択領域に電磁波エネルギーを吸収する液体を付与する付与手段と、(c)前記粉末材料に付与された前記液体に対して、電磁波を放射する放射手段とを備え、前記電磁波によって前記液体が加熱され前記粉末材料が溶融することにより、前記粉末材料の結合体が形成される。

【0008】また、請求項2の発明は、請求項1の発明に係る三次元造形装置において、前記放射手段は、順次に形成される前記粉末材料の層ごとに前記電磁波を放射する。

【0009】また、請求項3の発明は、請求項1または請求項2の発明に係る三次元造形装置において、前記液体は、着色キャリアを含有する。

【0010】また、請求項4の発明は、粉末材料を結合させることにより、三次元造形物を生成する三次元造形方法であって、(a)熱溶解性を有する粉末材料の層を順次に形成する層形成工程と、(b)前記粉末材料の層における選択領域に、電磁波エネルギーを吸収する液体を付与する付与工程と、(c)前記粉末材料に付与された前記液体に対して、電磁波を放射する放射工程とを備え、前記電磁波によって前記液体が加熱され前記粉末材料が溶融することにより、前記粉末材料の結合体が形成される。

【0011】また、請求項5の発明は、請求項4の発明に係る三次元造形方法において、前記放射工程においては、順次に形成される前記粉末材料の層ごとに前記電磁波を放射する。

【0012】また、請求項6の発明は、請求項4または請求項5の発明に係る三次元造形方法において、前記液体は、着色キャリアを含有する。

【0013】

【発明の実施の形態】＜第1実施形態＞

＜三次元造形装置の要部構成＞図1は、本発明の第1実施形態に係る三次元造形装置100Aを示す概略図である。

【0014】三次元造形装置100Aは、制御部10Aと、制御部10Aにそれぞれ電気的に接続するインク付与部20と造形部30と粉末供給部40と粉末拡散部50と電磁波照射部60とを備えて構成される。

【0015】制御部10Aは、コンピュータ11と、コンピュータ11と電気的に接続する駆動制御部12とを備えている。

【0016】コンピュータ11は、内部にCPUやメモリ等を備えて構成される一般的な卓上型コンピュータ等である。このコンピュータ11は、三次元形状の造形物を形状データとしてデータ化し、それを平行な幾層もの薄い断面体にスライスして得られる断面データを駆動制御部12に対して出力する。

【0017】駆動制御部12は、インク付与部20と造形部30と粉末供給部40と粉末拡散部50と電磁波照射部60とをそれぞれに駆動する制御手段として機能する。また、駆動制御部12は、コンピュータ11から断面データを取得すると、その断面データに基づいて上記の各部に対して駆動指令を与えることにより造形部30において粉末材料の一層ごとの粉末の結合体を順次形成する動作を統括制御する。

【0018】インク付与部20は、タンク部21、タンク部21内のインク溶液を吐出させるノズルヘッド22、ノズルヘッド22を水平XY平面で移動させるXY方向移動部23、およびXY方向移動部23を駆動する駆動部24を備えている。

【0019】タンク部21は、それぞれ異なる色のインク溶液を収容する複数のタンク（この例では4つのタンク）21a～21dを備えている。具体的には、それぞれのタンク21a～21dには、着色キャリアであるY（イエロー）、M（マゼンタ）、C（シアン）の3原色およびW（ホワイト）の水溶性インクを水に溶解したインク溶液（以下では、単に「インク」と呼ぶ）が収容されている。

【0020】ノズルヘッド22は、XY方向移動部23の下部に固定されており、XY方向移動部23とともに一体となってXY平面内で移動自在となっている。また、ノズルヘッド22はタンク部21のタンク数と同数の吐出ノズル22a～dを備え、各吐出ノズル22a～dはタンク21a～dと4本のチューブ25で連結している。各吐出ノズル22a～dは、例えばインクジェット方式等で微小な液滴として各インクを吐出（噴出）するノズルである。各吐出ノズル22a～dによるインクの吐出は、駆動制御部12によって個別に制御されており、各吐出ノズル22a～dから吐出されるインクはノズルヘッド22に対向する位置に設けられている造形部30の粉末層82に付着する。

【0021】XY方向移動部23は、移動部本体23aおよびガイドレール23bを備えている。移動部本体23aは、ガイドレール23bに沿ってX方向への往復移動が可能であるとともに、Y方向への往復移動が可能となっている。よって、ノズルヘッド22は、XY方向移動部23によりX軸およびY軸によって規定される平面内で移動できることとなる。すなわち、駆動制御部12からの駆動指令に基づいてノズルヘッド22を、その平面における駆動範囲内で任意の位置に移動させることができる。

【0022】造形部30は、中央に凹状部を有する造形部本体31、造形部本体31の凹状部の内部に設けられている造形ステージ32、造形ステージ32をZ方向に移動させるZ方向移動部33と、Z方向移動部33を駆動する駆動部34を備えている。

【0023】造形部本体31は、三次元造形物を生成するための作業領域を提供する役目を果たしている。また、造形部本体31は、その上部に、粉末供給部40から供給される粉末を一時的に保持する粉末仮置部31bを有している。

【0024】造形ステージ32は、XY断面において矩形型の形状を有し、その側面が造形部本体31における凹状部の垂直内壁31aと接している。そして、この造形ステージ32と造形部本体31の垂直内壁31aとで形成される直方体状の三次元空間WKが、三次元造形物を生成するための基盤空間として機能する。

【0025】Z方向移動部33は、造形ステージ32と連結する支持棒33aを有している。そして、支持棒33aが、駆動部34によって垂直方向に移動されること

により、支持棒33aと連結する造形ステージ32のZ方向の移動が可能となる。

【0026】粉末供給部40は、タンク部41とタンク部41の出口に設けられている締切板42と、駆動制御部12の指令により締切板42をスライドさせる駆動部43とを備えている。

【0027】タンク部41は、三次元造形物を生成するための材料として用いる熱溶融性樹脂の粉末材料が収容されている。この粉末材料は、後述するように発熱した水によって溶融させるため、水の沸点、すなわち100℃以下程度で熱溶融するものを使用するのが好ましい。

【0028】締切板42は、水平方向(X方向)にスライドできるようになっており、造形部30の粉末仮置部31bに対して、タンク部41に収容される粉末の供給および停止を行う。

【0029】粉末拡散部50は、ブレード51と、ブレード51の動作を規制するガイドレール52と、ブレード51を水平方向(X方向)に往復移動させる駆動部53とを備えている。

【0030】ブレード51は、Y方向に長く、下部先端が尖った刃状の形状を有している。ブレード51のY方向の長さは、三次元空間WKにおけるY方向の幅をカバーできる長さとなっている。なお、ブレード51による粉末の拡散が円滑に行えるように、ブレードに微小振動を与えるバイブレーション機構を付加しても良い。

【0031】駆動部53は、ブレード51を垂直方向(Z方向)に昇降移動させる垂直駆動部53a、およびブレード51を水平方向(X方向)に往復移動させる水平駆動部53bを有している。そして、駆動制御部12からの指令に基づいて垂直駆動部53aおよび水平駆動部53bが駆動されることにより、ブレード51のX方向およびZ方向の移動が可能となる。

【0032】電磁波照射部60は、電磁波照射用アンテナ61と、電磁波発生部62とを有している。

【0033】電磁波照射用アンテナ61は、造形ステージ32上で積層される粉末材料に対して電磁波を放射するためのアンテナである。この電磁波照射用アンテナ61からは、水分を効率よく発熱させるのに適した特定波長の電磁波(例えばマイクロ波帯の電磁波)を発生させるのが好ましい。

【0034】電磁波発生部62は、電磁波照射用アンテナ61で電磁波を発生させるための回路を有している。

【0035】<三次元造形装置100Aの動作>図2は、三次元造形装置100Aの基本的な動作を示すフローチャートである。以下、同図を参照して、その基本動作を説明する。

【0036】ステップS1では、コンピュータ11が、表面にカラー模様等が施された三次元造形対象物を表現したモデルデータが作成される。造形するための基になる形状データには、一般の三次元CADモデリングソフト

ウェアで作成されるカラー三次元モデルデータを使用することができる。また、三次元形状入力装置で計測された形状データおよびテクスチャを利用することも可能である。

【0037】モデルデータにおいては、色情報が三次元モデルの表面にのみ付与されているもの、または色情報がモデル内部まで付与されているものがある。後者の場合でも造形に際してモデル表面の色情報のみを使用することが可能であるし、モデル内部の色情報も使用することが可能である。例えば、人体モデル等の三次元造形物を生成する際、各内臓ごとに異なる色で彩色を施したい場合もあり、その場合にはモデル内部の色情報を使用する。

【0038】ステップS2では、コンピュータ11が上記のモデルデータから造形対象物を水平方向にスライスした各断面ごとの断面データを生成する。モデルデータから積層する粉末の一層分の厚みに相当するピッチ(層厚 t)でスライスされた断面体を切り出し、形状データおよび彩色データを作成する。なお、スライスするピッチは、所定範囲内(粉末を結合可能な厚みの範囲)で変更可能である。

【0039】図3は、ステップS2で生成される断面データの一例を示す図である。図3に示すように、モデルデータから色情報を含めて断面体を切り出し、格子状に細分化する。それを、2次元画像のビットマップと同様に扱い、各色毎のビットマップ情報に変換する。このビットマップ情報は階調などを考慮した情報となっている。

【0040】ステップS3では、造形対象物を造形する際における粉末の積層厚さ(断面データ作成の際のスライスピッチ)及び積層数(断面データセットの数)に関する情報が、コンピュータ11から駆動制御部12に入力される。

【0041】次のステップS4以降については、駆動制御部12が各部を制御することによって行われる動作である。図4は、これらの動作を説明する概念図である。以下では、同図を参照しながら説明する。

【0042】ステップS4では、造形ステージ32において粉末の第N層目($N=1, 2, \dots$)の結合体を形成するために、造形ステージ32がZ方向移動部33により、コンピュータ11から入力された上記層厚 t に基づき、その厚さに相当する距離だけ下降されて保持される。初期状態では、造形ステージ32は造形部30の上端位置と同一の高さ位置に位置しており、そこから層厚 t に応じた距離だけ下降することとなる。そして、造形ステージ32は、粉末材料による1層分形成ごとに順次層厚 t に応じた距離だけ段階的に下降する。これにより、造形ステージ32上に粉末材料が堆積された粉末層の上方に、新たな粉末の層を1層分形成するためのスペースを形成することができる。

【0043】ステップS5では、粉末供給部40から粉末材料の供給を行うとともに、ブレード51を+X方向に向かい移動させることにより、三次元造形物の造形において材料となる粉末材料の1層分の薄層形成を行う。

【0044】このステップS5の動作においては、図4(a)に示すように、まず粉末供給部40から造形部本体31の粉末仮置部31bに粉末材料を落下させる。そして、図4(b)に示すように、ブレード51の最下点が造形部30の上端部と同一高さ位置となるように下降し、その状態で+X方向への移動が行われる。これにより、粉末供給部40とブレード51とによる粉末材料の均一な薄層形成が正確に行われることとなる。

【0045】粉末供給部40から1層分形成時(+X方向に沿った1回の移動を行う間)に供給される粉末材料の量は、1層分形成に必要な量よりも若干多めに設定され、造形空間内の任意の位置において粉末不足が生じることを回避している。このため、1層分形成後は粉末材料が余ることとなるが、余った粉末材料は回収して、再度利用可能である。

【0046】ステップS6では、図4(c)に示すように、ノズルヘッド22が+X方向に移動し、駆動制御部12からの制御信号に基づいて各吐出ノズル22a~dから伸展された粉末層に対して各色のインクを吐出する。このとき、駆動制御部12は、断面データ(図3参照)に基づいてノズルヘッド22に対して制御信号を与えることにより、造形すべき選択領域に対して各色のインクが塗布される。

【0047】ここでは、YCMWの彩色データ(図3参照)に基づいて駆動制御部12からノズルヘッド22に対して制御信号を与えることにより、三次元造形物の表面付近の彩色領域に対してインクが塗布される。これにより、三次元造形物に対して、所望の彩色が施せることとなる。

【0048】一般に、彩色を行うためにはY、M、Cの三原色を混色すればよいが、色の濃淡(階調)を表現するためには、三原色に加えて白色のインクを吐出し混色することが有効となる。一般のプリンタ等では白色の紙にインク、トナー等で字、画像をプリントしていくため、基材となる紙の白色を利用すれば白色インクは必要でなく、Y、M、Cの三色を使用するだけで原理的に各色成分の濃淡を表現することができる。しかしながら、三次元造形の材料となる粉末の色が白色でないような場合には、白色のインクを使用することが特に有効となる。

【0049】このように三次元造形物に彩色を施す際の濃淡を表示する場合のインクの吐出形態の一例について説明する。

【0050】図5は、シアンについての階調表現の一例を示す図である。駆動制御部12において所定の階調変換が行われると、断面データに含まれる多値の階調デー

タは基本ドット領域(図5の最小矩形)ごとの2値データに変換される。この2値データはインクを吐出するノズルヘッド22a~dをON/OFF制御するための情報となる。薄いシアンを表示する場合には、2×2のマトリクス配列のうち1つの基本ドット領域にシアンを吐出し、他の基本ドット領域にはホワイトを吐出する。また、濃いシアンを表示する場合には基本集合領域の全体にシアンを吐出する。このように基本集合領域に対するシアンのインクとホワイトのインクとの吐出割合を変化させることにより、薄いシアンから濃いシアンへの階調変化を適切に表現することが可能になる。

【0051】次に、図6は薄いシアンから薄いイエローへ変化する表現の一例を示す図である。図6の左端は薄いシアンを表現する際のCとWとの吐出パターンであり、右端は薄いイエローを表現する際のYとWとの吐出パターンである。薄いシアンからシアンとイエローとの混合色を経て薄いイエローへと変化させる際には図6に示すように基本集合領域内へのCとYとWとを吐出する割合をしだいに変化させていくことによって、そのような色の変化を表現することが可能になる。

【0052】図7は、上記の彩色のための基本集合領域が複数個集合したものを示している。図7(a)はCとWとの吐出パターンを示しており、図7(b)は、図7(a)の吐出パターンによって表現される彩色形態を具体的に示している。図7に示すように駆動制御部12が吐出パターンを制御することによって三次元造形物の造形過程における彩色を行うことが可能になる。

【0053】ステップS7では、粉末材料の積層が完了したか、すなわちステップS3で入力した積層数に達したかを判定する。ここで、積層が完了していない場合には、第N層目の上側に第N+1層目の新たな粉末層を形成する動作が行われる。

【0054】ステップS8では、図4(d)に示すように、インクが塗布され積層された粉末材料に対して電磁波照射用アンテナ61から電磁波を照射する。ここでは、電磁波エネルギーによって粉末材料に付着したインクの水分子を振動させ、発熱させることによりインクの付着した粉末材料が熱溶解し結合される。これにより、バインダという異質な物質を媒介として粉末材料を結合するのではなく、粉末材料自身が溶解し相互に結合するため、強度が向上することとなる。

【0055】ステップS8の動作の後、電磁波が照射された粉末材料を自然冷却させる。この冷却後、インクが塗布されていない未結合の粉末材料から立体物81を分離することで、立体部81が取得できることとなる。なお、未結合の粉末材料は回収して、再度粉末材料として利用しても良い。

【0056】このように、図4(a)~(c)に示す動作を所定の積層数だけ繰り返すことにより、造形ステージ32上に各色インクでカラーリングされた粉末層が順次積

層されていき、最後に図4(d)に示すように電磁波を照射することにより、造形対象物の立体物81が造形ステージ32上に造形されることとなる。

【0057】以上のような三次元造形装置100Aの動作により、インクが塗布された粉末材料が電磁波の照射で溶融し結合するため、生成される立体物の強度が向上することとなる。

【0058】また、粉末材料を互いに溶融・結合させるため、バネなどの弾性を必要とする機能部品としての立体物が生成でき、立体物造形に関する適用範囲が拡大する。

【0059】また、電磁波を照射する時間は、バインダを乾燥させる時間より短くなるため、造形の高速化が図れる。

【0060】さらに、吐出ノズルから吐出する液体は、それ自体が接着性のないインクなどの水溶液であるため、乾燥により吐出ノズルにおける目詰りが発生せず、造形における信頼性が向上する。

【0061】また、粉末材料として使用される熱溶融性樹脂は、バインダで硬化させる対象として利用されている澱粉や石膏などの粉末材料より湿気による凝集が少ないため、保存などが容易となる。

【0062】＜第2実施形態＞本発明の第2実施形態に係る三次元造形装置100Bは、第1実施形態の三次元造形装置100Aと類似しているが、制御部10Bが異なっている。

【0063】すなわち、制御部10Bは、次で説明する三次元造形物100Bの動作を実行するためのプログラムが格納されており、この点が第1実施形態と相違する。

【0064】なお、タンク21a～c内のYCMの有色インクは、タンク21d内の白色インクより水分量を小さくするのが好ましい。これは、後述するように、白色インクの水分は電磁波を吸収して発熱するために利用されるが、他の有色インクは彩色のためのみに利用されるからである。

【0065】＜三次元造形装置100Bの動作＞図8は、三次元造形装置100Bの基本的な動作を示すフローチャートである。この動作では、第1実施形態と異なり各粉末層ごとに電磁波を照射することとなるが、その動作の詳細を以下で説明する。

【0066】ステップS11～S13までの動作については、図2のフローチャートに示すステップS1～S3と同様の動作を行う。

【0067】ステップS14以降については、駆動制御部12が各部を制御することによって行われる動作である。図9は、これらの動作を説明する概念図である。以下では、同図を参照しながら説明する。

【0068】ステップS14では、造形ステージ32において粉末の第N層目(N=1, 2, …)の結合体を形

成するために、造形ステージ32がZ方向移動部33により、コンピュータ11から入力された層厚もに基づき、その厚さに相当する距離だけ下降されて保持される。

【0069】ステップS15では、第1実施形態と同様に、粉末供給部40から粉末材料の供給を行うとともに、ブレード51を+X方向に向かい移動させることにより、三次元造形物の造形において材料となる粉末材料の1層分の薄層形成を行う(図9(a)、図9(b)参照)。

【0070】ステップS16では、図9(c)に示すように、ノズルヘッド22が+X方向に移動し、駆動制御部12からの制御信号に基づいて各吐出ノズル22dから伸展された粉末層に対して白色のインクを吐出する。このとき、駆動制御部12が、断面データ(図3参照)に基づいてノズルヘッド22に対して制御信号を与えることにより、造形すべき選択領域に対して白色のインクが塗布される。

【0071】ここで、白色インクのみを吐出するのは、次のステップS17で立体物の形状を形成した後、ステップS18において他の色でカラーリングする際の下地にするためである。

【0072】ステップS17では、図9(d)に示すように、ステップS16で白色のインクが塗布された粉末材料に対して電磁波照射用アンテナ61から電磁波を照射する。これにより、ステップS15で形成された1層分の薄層に対する粉末材料の結合体が生成できることとなる。

【0073】ステップS18では、図9(e)に示すように、ノズルヘッド22が-X方向に移動し、駆動制御部12からの制御信号に基づいて各吐出ノズル22a～cから伸展された粉末層に対して有色、すなわちYCM各色のインクを吐出する。このとき、駆動制御部12は、断面データの彩色データ(図3参照)に基づいてノズルヘッド22に対して制御信号を与えることにより、粉末材料の結合体に対して各有色のインクが塗布され、彩色が施される。ここでは、結合された後の粉末材料に対してインクが塗布されるため、彩色におけるにじみが抑制できることとなる。

【0074】ステップS19では、三次元造形物の造形が完了したかを判定する。ここで、造形が完了していない場合には、第N層目の上側に第N+1層目の新たな粉末の結合体を形成する動作が行われる。そして、三次元造形物の造形が完了すると、インクが付与されず融合していない独立した個々の粉末材料を分離することにより、インクにより結合された粉末材料の結合体(三次元造形物)を取り出すことができる。

【0075】以上のような三次元造形装置100Bの動作により、第1実施形態の三次元造形装置100Aと同様の効果を発揮する。さらに、三次元造形装置100Bでは、粉末材料の各層ごとに電磁波を照射するため、加

熱された水蒸気が上方に移動し上層の粉末材料を溶融させることがなくなり、立体物の形状精度が向上することとなる。

【0076】なお、三次元造形装置100Bでは、吐出ノズルを追加してYMCW各色のインクの他に無色透明の水を吐出するようにしても良い。この場合には、無色透明の水を、上記のステップS16で吐出し、ステップS18でYMCW各色のインクによりカラーリングすることとなる。これにより、装置構成が多少複雑になるが、白色のインクの消費量を抑えることができる。

【0077】＜変形例＞

◎上記の粉末材料は、熱溶融性樹脂を使用するのは必須でなく、例えば表面に熱溶融性樹脂がコーティングされている材料を使用しても良い。この場合も、熱により材料同士が融着することで、立体物の強度を向上できることとなる。

【0078】また、粉末材料として、樹脂以外にも熱溶融性のあるもの(例えばチョコレートパウダーなど)でも良い。

【0079】◎上記の各実施形態における彩色については、Y、M、Cの3原色のインクを塗布するのは必須でなく、R(レッド)、G(グリーン)、B(ブルー)の3原色を塗布しても良い。

【0080】また、インクにより彩色を行うのは必須ではなく、トナーなどを含有させた溶液により彩色を行っても良い。

【0081】◎粉末材料に塗布する液体については、水または水溶性インクを溶かした水溶液であるのは必須でなく、油やアルコールなどの電磁波エネルギーを吸収する液体を利用しても良い。この場合には、使用する液体の沸点以下で熱溶融する粉末材料を選定する。

【0082】◎上記の第2実施形態については、各層ごとに電磁波を照射するのは必須でなく、複数の粉末材料層ごとに一回の割合で電磁波を照射するようにしても良い。

【0083】◎第1実施形態においては、各層ごとに(または複数の粉末材料層ごとに)電子波を照射する形態でも良い。この場合には、色のにじみが多少発生するが、ノズルヘッドの走査回数が低減されるため、造形時間が短縮できる。また、形状精度が良い三次元造形物が得られることとなる。

【0084】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1ないし請

求項6の発明によれば、熱溶融性を有する粉末材料の層における選択領域に電磁波エネルギーを吸収する液体を付与し、付与された液体に対して電磁波を放射する。その結果、電磁波によって液体が加熱され粉末材料が熱溶融することにより、強度が向上した三次元造形物を生成できる。

【0085】特に、請求項2および請求項5の発明においては、順次に形成される粉末材料の層ごとに電磁波を放射するため、液体が蒸発し上方に向かう蒸気の影響を抑制でき、三次元造形物の形状精度が向上する。

【0086】また、請求項3および請求項6の発明においては、液体が着色キャリアを含有するため、三次元造形物に対して容易に彩色を施せる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る三次元造形装置100Aの要部構成を示す図である。

【図2】三次元造形装置100Aの基本的な動作を示すフローチャートである。

【図3】断面データの一例を示す図である。

【図4】三次元造形装置100Aの動作を説明するための図である。

【図5】シアンについての階調表現の一例を示す図である。

【図6】淡いシアンから淡いイエローへ変化する表現の一例を示す図である。

【図7】彩色のための基本集合領域が複数個集合したものを示す図である。

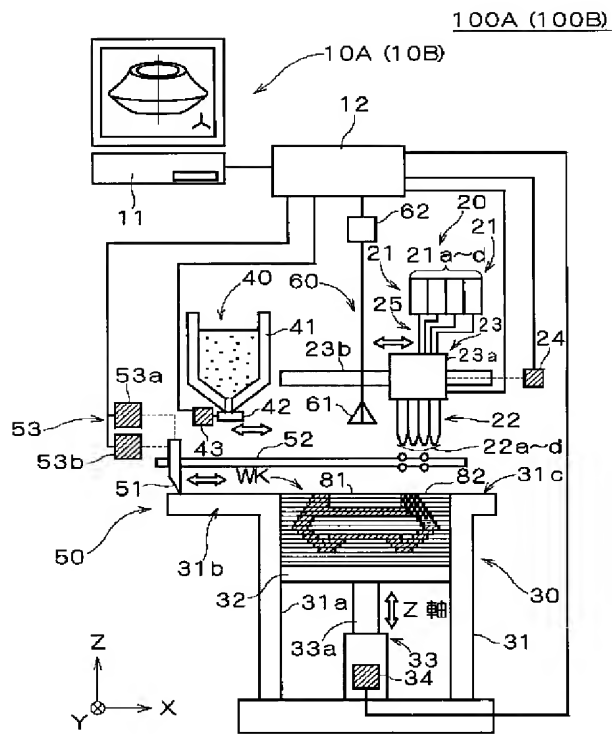
【図8】本発明の第2実施形態に係る三次元造形装置100Bの基本的な動作を示すフローチャートである。

【図9】三次元造形装置100Bの動作を説明するための図である。

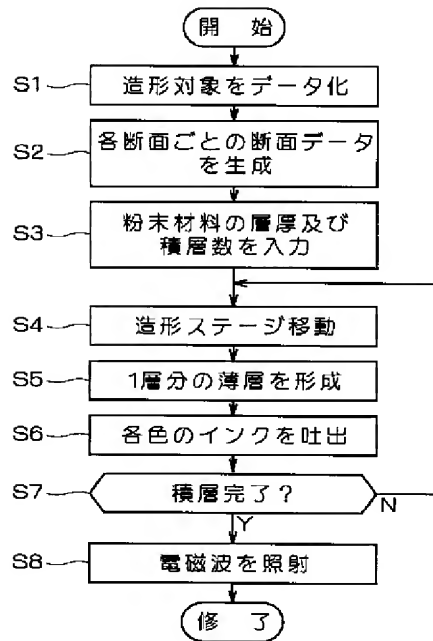
【符号の説明】

- 10A、10B 制御部
- 20 インク付与部
- 22 ノズルヘッド
- 30 造形部
- 40 粉末供給部
- 50 粉末拡散部
- 60 電磁波照射部
- 61 電磁波照射用アンテナ
- 62 電磁波発生部
- 100A、100B 三次元造形装置

【図1】

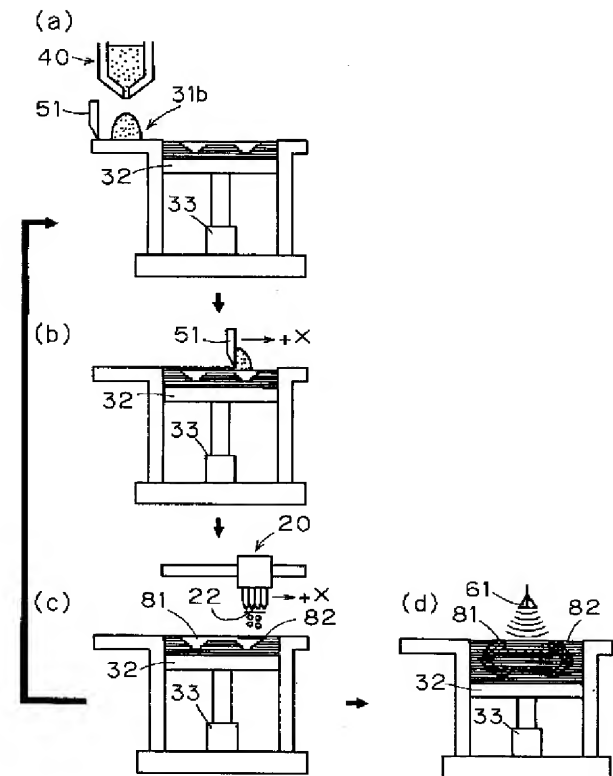
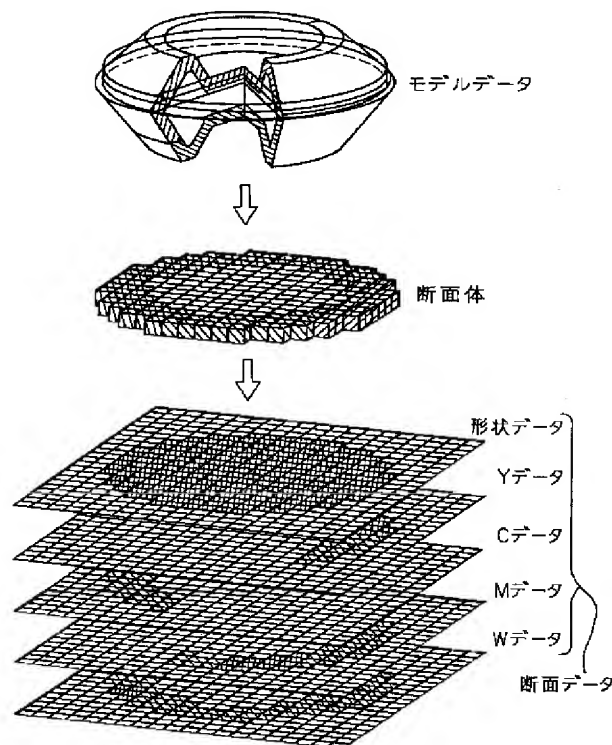


【図2】

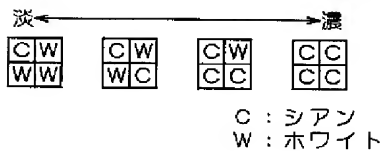


【図4】

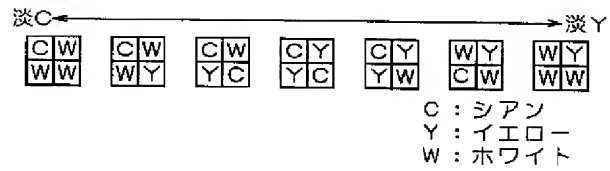
【図3】



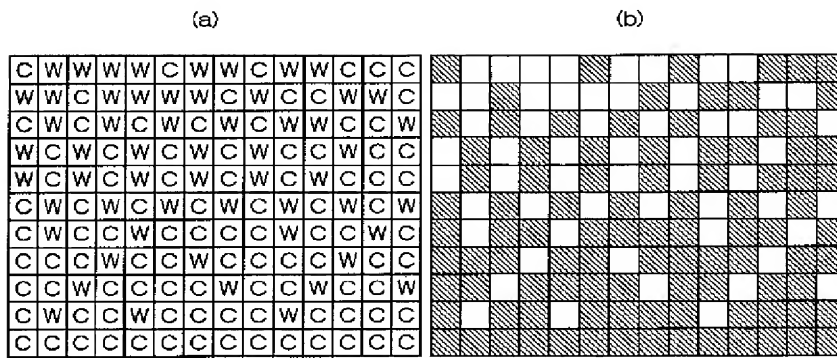
【図5】



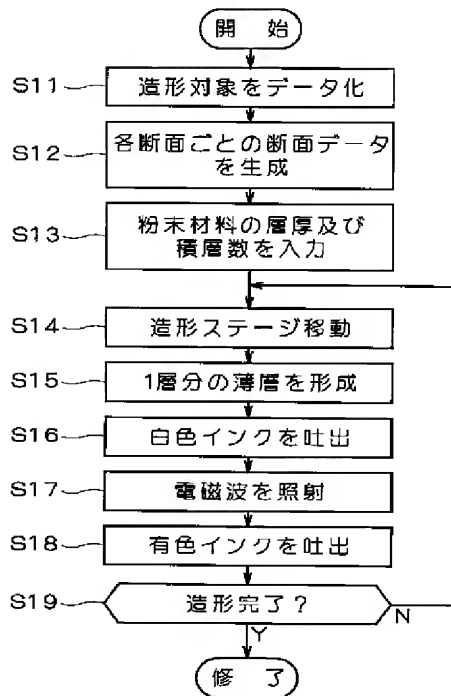
【図6】



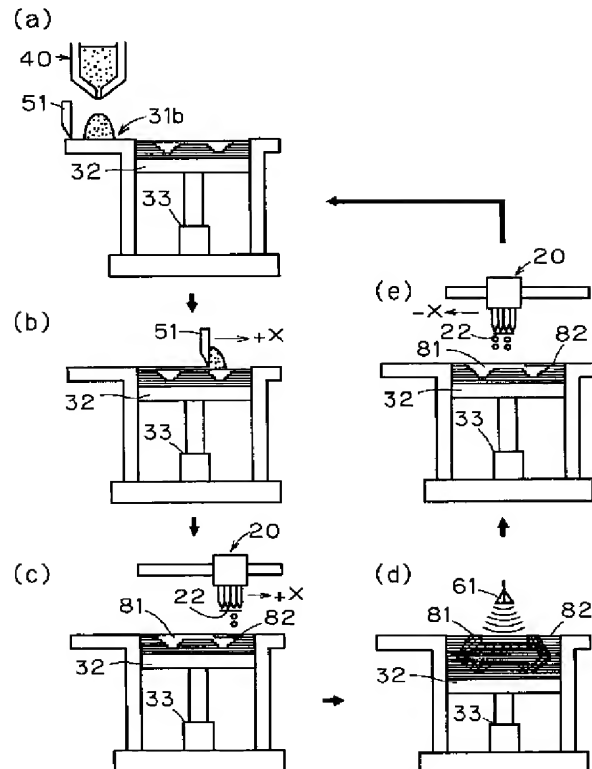
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4F213 AC04 AK03 WA25 WA53 WA86
WB01 WC06 WF06 WL03 WL15
WL26 WL29 WL42 WL95